



(19)

JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10300450 A**

(43) Date of publication of application: 13.11.98

(51) Int. Cl.

**G01B 15/00**

H01J 37/28

**H01L 21/66**

(21) Application number: 09109041

(22) Date of filing: 25.04.97

(71) Applicant: JEOL LTD NIPPON DENSHI SYST  
TECHNOL KK

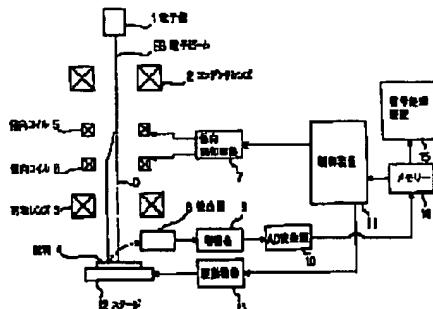
(72) Inventor: INOGUCHI MASAYUKI

**(54) METHOD FOR INSPECTION OF HOLE USING CHARGED PARTICLE BEAM**

**(57) Abstract**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for inspection of holes using a charged-particle beam, capable of inspecting the conditions of the numerous holes in a relatively short time.

**SOLUTION:** A control device 11 controls a deflection control circuit 7 on the basis of data about the positions of contact holes formed in a sample 4, to deflect an electron beam EB toward the center portions of the contact holes at intervals, the positions of the contact holes originating from the contact hole serving as a reference. The deflection of the electron beam is effected by two deflection coils 5, 6, in which case the electron beam is deflected by a function called the beam shift.



COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-300450

(43)公開日 平成10年(1998)11月13日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 0 1 B 15/00  
H 0 1 J 37/28  
H 0 1 L 21/66

識別記号

F I  
G 0 1 B 15/00  
H 0 1 J 37/28  
H 0 1 L 21/66

B  
A  
P

審査請求 未請求 請求項の数8 OL (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平9-109041

(22)出願日 平成9年(1997)4月25日

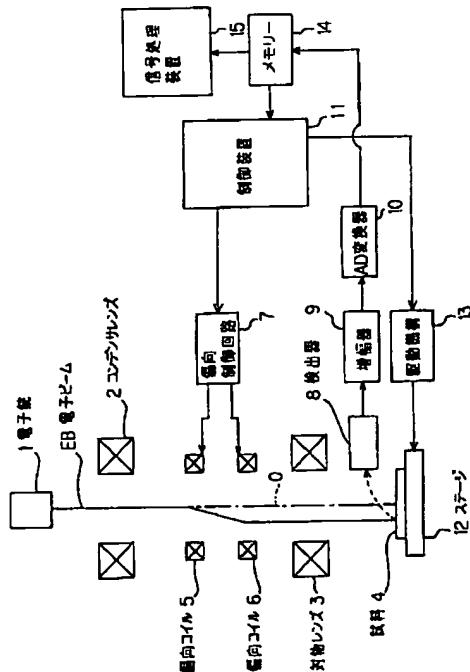
(71)出願人 000004271  
日本電子株式会社  
東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号  
(71)出願人 591133929  
日本電子システムテクノロジー株式会社  
東京都立川市曙町二丁目34番7号  
(72)発明者 猪口 正幸  
東京都立川市曙町二丁目34番7号 日本電子システムテクノロジー株式会社内  
(74)代理人 弁理士 井島 藤治 (外1名)

(54)【発明の名称】 荷電粒子ビームを用いたホールの検査方法

(57)【要約】

【課題】 比較的短時間に多数のホールの状態を検査することができる荷電粒子ビームを用いたホールの検査方法を実現する。

【解決手段】 試料4に形成されたコンタクトホールの内、基準となるコンタクトホールH<sub>1</sub>を基点とした各コンタクトホールの位置のデータに基づき、制御装置11は偏向制御回路7を制御し、電子ビームE Bを各コンタクトホールの中心部分に飛び飛びに偏向する。この電子ビームの偏向は、2段の偏向コイル5、6によって行われるが、その際、ビームシフトと呼ばれる機能により電子ビームは偏向される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 多数のホールが形成された試料に荷電粒子ビームを照射し、ホール部分への荷電粒子ビームの照射によって得られた信号に基づいてホールの状態を検査する検査方法において、試料に形成されたホールの位置データに基づき、荷電粒子ビームをホール部分に飛び飛びに偏向し、各ホール部分のみに荷電粒子ビームを照射するようにした荷電粒子ビームを用いたホールの検査方法。

【請求項2】 各ホールの中に荷電粒子ビームを所定時間照射位置を固定して照射するようにした請求項1記載の荷電粒子ビームを用いたホールの検査方法。

【請求項3】 各ホール部分で荷電粒子ビームを走査するようにした請求項1記載の荷電粒子ビームを用いたホールの検査方法。

【請求項4】 試料にホールを形成する際に用意された各ホールの位置データに基づき、荷電粒子ビームをホール部分に飛び飛びに偏向するようにした請求項1記載の荷電粒子ビームを用いたホールの検査方法。

【請求項5】 試料にホールを形成する際に用意された各ホールの位置データは、CADによって作成された請求項1記載の荷電粒子ビームを用いたホールの検査方法。

【請求項6】 試料に、荷電粒子ビームを走査し、この走査に基づいて得られた信号に基づき、試料上の各ホールの位置データを得る、請求項1記載の荷電粒子ビームを用いたホールの検査方法。

【請求項7】 位置データに基づき、試料上の少なくとも一ヵ所の領域あるいはチップの、少なくともひとつのホールの位置を測定して、位置データと実試料間の位置的な歪を補正する機能を有する請求項1記載の荷電粒子ビームを用いたホールの検査方法。

【請求項8】 多数のホールが形成された領域が繰り返し多数配列された試料の特定の領域において荷電粒子ビームを走査し、この走査に基づいて得られた信号に基づき、特定の領域に含まれるホールの位置を測定し、得られた位置データに基づき、他の領域におけるホール部分に飛び飛びに荷電粒子ビームを偏向するようにした荷電粒子ビームを用いたホールの検査方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する分野】 本発明は、電子ビームや荷電粒子ビームを用い、半導体デバイスの製造過程で形成されるホールの状態を検査するための荷電粒子ビームを用いたホールの検査方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 半導体デバイスは、シリコン等のウェハ上に多層構造が形成されている。この場合、特定の層の間には絶縁層が形成され、特定の層の間は絶縁層に形成されたコンタクトホール（スルーホールともいう）に導

電性材料を埋め込むことによって電気的接続を行うようしている。

【0003】 半導体デバイスを製造する過程で、このコンタクトホールは、絶縁層にレジストを塗布し、その上にコンタクトホールのパターンを露光し、その後現像処理やエッチング処理を施して形成される。

【0004】 このようなコンタクトホールの形成において、正確に絶縁層を貫通してホールが形成されなかったり、あるいは、ホールの中にレジストの残渣などがあると、最終的に製造された半導体デバイスは正常な動作をせず欠陥となる。

【0005】 このためコンタクトホールを形成した後、ホールの形成状態を検査することは、その後の製造工程を行うかどうかの決定上重要である。また、この検査によって得られたホールの形成状態によって、ホールの形成工程の不良原因の解析を行うこともできる。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 上記したコンタクトホールの状態の検査は、ホールが形成された試料に対して、例えば電子ビームを走査し、各ホールから得られた信号、例えば2次電子を検出することによって行なうことが考えられる。しかしながら、コンタクトホールはシリコン等のウェハの極めて多数のチップごとに多数設けられており、このため、ウェハ試料のほぼ全面に渡って電子ビームを走査しなければならない。

【0007】 例えば、8インチウェハの面積は、約314cm<sup>2</sup>であり、この結果、電子ビームの全ウェハ領域を走査する時間が極めて長時間となる。また、仮にウェハの全面を検査せず、特定の領域だけを検査する場合でも電子ビームの走査面積は電子ビームの走査にとって非常に大きいもので、この場合でも電子ビームの走査時間は長時間となる。

【0008】 本発明は、このような点に鑑みてなされたもので、その目的は、比較的短時間に多数のホールの状態を検査することができる荷電粒子ビームを用いたホールの検査方法を実現するにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 第1の発明に基づく荷電粒子ビームを用いたホールの検査方法は、多数のホールが形成された試料に荷電粒子ビームを照射し、ホール部分への荷電粒子ビームの照射によって得られた信号に基づいてホールの状態を検査する検査方法において、試料に形成されたホールの位置データに基づき、荷電粒子ビームをホール部分に飛び飛びに偏向し、各ホール部分のみに荷電粒子ビームを照射するようにしたことを特徴としている。

【0010】 第1の発明では、荷電粒子ビームをホール部分に飛び飛びに偏向し、各ホール部分のみに荷電粒子ビームを照射するようにして、検査時間を短縮する。第2の発明では、請求項1の発明において各ホールの中に

荷電粒子ビームを所定時間照射位置を固定して照射する。

【0011】第3の発明では、請求項1の発明において、各ホール部分で荷電粒子ビームを走査するようにした。第4の発明では、請求項1の発明において、試料にホールを形成する際に用意された各ホールの位置データに基づき、荷電粒子ビームをホール部分に飛び飛びに偏向する。

【0012】第5の発明では、請求項4の発明において、試料にホールを形成する際に用意された各ホールの位置データは、CADによって作成されたデータであることを特徴としている。

【0013】第6の発明では、請求項1の発明において、試料に、荷電粒子ビームを走査し、この走査に基づいて得られた信号に基づき、試料上の各ホールの位置データを得ることを特徴としている。

【0014】第7の発明では、請求項1の発明において、各ホールの位置データと実試料の位置との間に、何らかの理由により歪がある場合、若干の測定によって位置データに補正を加えたことを特徴としている。

【0015】第8の発明では、多数のホールが形成された領域が繰り返し多数配列された試料の場合、試料の特定の領域において荷電粒子ビームを走査し、この走査に基づいて得られた信号に基づき、その特定の領域に含まれるホールの位置を測定し、この得られた位置データに基づいて他の領域における測定を行うことを特徴としている。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は本発明を実施するための走査電子顕微鏡システムの一例を示しており、1は電子銃である。電子銃1から発生し加速された電子ビームEBは、コンデンサレンズ2と対物レンズ3によって試料4に細く集束される。

【0017】電子ビームEBは更に2段の偏向コイル5、6によって偏向され、試料4に照射される。偏向コイル5、6には偏向制御回路7から偏向信号が供給される。試料4への電子ビームEBの照射によって発生した2次電子は、2次電子検出器8によって検出される。

【0018】検出器8の検出信号は、増幅器9によって増幅された後、AD変換器10によってデジタル信号に変換され、メモリー14に格納される。制御装置11は偏向制御回路7、AD変換器10や試料4が載せられたステージ12を駆動する駆動機構13を制御する。また、メモリー14には信号処理装置15が接続されている。このような構成の動作を図2に示したウエハ試料の検査を例にして、次に説明する。

【0019】図2は検査対象としてのウエハ試料4を示しており、図2(a)はウエハ試料全体を示している。ウエハ試料4には多数のチップCが形成されており、C

olumn方向のi、Row方向のjの位置座標のと器のチップC。(i, j)を図2(b)に示す。

【0020】図2(b)に示したチップC。(i, j)の内、一般的には電子ビームによって検査される領域は制限されているが、チップ全体であっても良い。また検査される領域は試料(ステージ)の移動を伴わずに電子ビームの偏向によってのみ検査を行う観察小領域A<sub>1</sub>～A<sub>n</sub>に仮想的に分割されている。

【0021】このチップC。(i, j)に含まれる観察小領域A<sub>1</sub>～A<sub>n</sub>の内の任意の小領域A<sub>1</sub>を図2(c)に示す。この小領域A<sub>1</sub>には、多数のコンタクトホールH<sub>1</sub>～H<sub>n</sub>が形成されている。なお、他の小領域にも図2(c)に示したと同様のコンタクトホールが任意の位置に形成されている。

【0022】ここで、小領域A<sub>1</sub>内のコンタクトホールH<sub>1</sub>～H<sub>n</sub>の検査について説明する。まず、小領域A<sub>1</sub>のほぼ中心位置が電子ビームEBの光軸Oと一致するようにステージ12を駆動する。このステージ12の駆動は、制御装置11によってステージ駆動機構13を制御することによって行う。

【0023】なお、小領域A<sub>1</sub>の座標およびその中に形成されているコンタクトホールH<sub>1</sub>～H<sub>n</sub>の座標位置は、通常事前に知ることができる。すなわち、各コンタクトホールの位置はCADによって設計され、このCADデータに基づいて各処理工程によりホールが形成されているから、CADデータを利用することによりコンタクトホールH<sub>1</sub>～H<sub>n</sub>の座標位置は、既知となる。

【0024】このコンタクトホールH<sub>1</sub>～H<sub>n</sub>の座標位置を含むCADデータは、データメモリー14に格納されており、このデータに基づいて制御装置11はステージ12の駆動を行う。ステージ12の所定の移動が終了した後、次に小領域A<sub>1</sub>内の特定のコンタクトホールを用いて、ステージ12の移動精度に伴う位置ずれの検出を行う。

【0025】この位置ずれの検出は、特定のコンタクトホール、例えばホールH<sub>1</sub>の部分に電子ビームを偏向し、更に、このホールH<sub>1</sub>を含む微小な領域で電子ビームを2次元的に走査することによって行う。すなわち、この走査によって得られた2次電子を検出器8で検出し、この検出信号に基づき、ホールH<sub>1</sub>のデータ上の位置と実際の位置とのずれ量を測定することができる。このようにして測定された位置のずれ量に基づき、他のコンタクトホールの位置のデータはキャリブレーションされる。もちろん、十分精度のあるステージでは、この処理は不要である。

【0026】次に、基準となるコンタクトホールH<sub>1</sub>を基点とした各コンタクトホールの位置のデータに基づき、制御装置11は偏向制御回路7を制御し、電子ビームEBを各コンタクトホールの中心部分に飛び飛びに偏向する。この電子ビームの偏向は、2段の偏向コイル

5, 6によって行われるが、その際、ビームシフトと呼ばれる機能により電子ビームは偏向される。

【0027】すなわち、偏向コイル5で光軸Oから所定の角度で偏向された電子ビームは、偏向コイル6により光軸Oに平行となるように偏向される。この結果、電子ビームは各コンタクトホールに垂直に照射され、アスペクト比の大きなホール（ホールの開口径に比べて深さ方向の長さが長いホール）であっても、ホールの底部に電子ビームを照射することを可能とする。

【0028】ただし、ビームシフト機能で電子ビームを各コンタクトホールに飛び飛びに偏向することは本発明の絶対条件ではなく、ホールのアスペクト比等の条件に応じ、電子ビーム光軸O上の特定の位置を偏向支点として電子ビームを偏向するようにしても良い。

【0029】上記電子ビームの飛び飛びの偏向の際、電子ビームEBは各コンタクトホールの中心部分で所定の短い時間停止して照射されるように制御される。このコンタクトホールへの電子ビームの照射によって発生した2次電子は、2次電子検出器8によって検出される。

【0030】検出器8の検出信号は、増幅器9によって増幅され、AD変換器10によってデジタル信号に変換された後、メモリー14に供給される。信号処理装置15ではメモリー14の内容を読みだし、電子ビームの照射によって得られた検出信号の強度そのものや信号強度の変化の状態により、それぞれのコンタクトホールが正常か欠陥かの判断を行い、その結果をそれぞれのコンタクトホールの位置座標と共に記憶する。

【0031】このようにして特定の小領域Ak内の全てのコンタクトホールへの電子ビームの飛び飛びの照射が終了した後、ステージ12が移動され、小領域Akと隣り合った小領域の中心に電子ビームの光軸Oが一致され、同様のステップで小領域内のコンタクトホールの検査が行われる。特定のチップ内の全ての検査対象の小領域のコンタクトホールの検査が終了した後、他のチップ内のコンタクトホールの検査が行われ、ウェハ試料4全体のコンタクトホールの検査が行われる。

【0032】なお、上記した各コンタクトホールの検査では、コンタクトホールの中心部分に電子ビームEBを短い時間照射位置を固定して照射するようにしたが、各コンタクトホール部分で電子ビームを1次元あるいは2次元的に走査しても良い。

【0033】上記した実施の形態では、電子ビームを各コンタクトホール部分に飛び飛びに偏向したので、ウェハ試料上のコンタクトホール部分以外の領域には電子ビームの走査が行われず、その結果、短い時間で検査対象のコンタクトホールの検査を実行することができる。

【0034】なお、上記実施の形態では、各コンタクトホール部分の位置データは、CAD等の事前に知られたデータを用いたが、CADデータが存在しない場合、あるいは、コンタクトホール形成過程で用いたステッパーに

使用されているレンズの歪みによる影響が大きく、CADデータでは正確に各コンタクトホール位置に電子ビームを偏向できない場合には、各ホールの検査に先立って、ホール位置の学習を行う必要がある。以下この学習ステップの一例を図2に示したウェハ試料を例に説明する。

【0035】【ステップ1】検査対象とするチップアドレスC<sub>m</sub> (i, j)、各チップごとに決められた矩形状の検査対象領域の始点座標S<sub>m</sub> (X<sub>m</sub>, Y<sub>m</sub>)、および、終点座標E<sub>m</sub> (X<sub>m</sub>, Y<sub>m</sub>)をウェハ試料検査のデータベースから得る。ただし、m=1, 2, 3, ……, M, n=1, 2, 3, ……, Nである。

【0036】【ステップ2】m=1とする。

【ステップ3】C<sub>m</sub> (i, j) すなわち、Column = i, Row = j へステージ12を移動する。

【0037】【ステップ4】n=1とする。

【ステップ5】S<sub>m</sub> (X<sub>m</sub>, Y<sub>m</sub>), E<sub>m</sub> (X<sub>m</sub>, Y<sub>m</sub>)の組を読みだし、X=X<sub>m</sub>, Y=Y<sub>m</sub>とする。

【0038】【ステップ6】検査視野(X, Y)へ視野を移動する。視野移動はステージの移動もしくはビームシフトによりビーム走査の原点を光軸に対して平行移動することで行う。

【0039】【ステップ7】検査対象領域を電子ビームで走査し、適切な倍率で走査電子顕微鏡により撮影（デジタルデータ変換）する。この場合、例えば、倍率を1万倍とする。また、X, Y方向の視野の幅、すなわち、電子ビームの走査幅をそれぞれ $\delta x$ ,  $\delta y$ とする。

【0040】【ステップ8】撮影した走査電子顕微鏡画像を画像処理し、画面内の全てのコンタクトホールを探し、それぞれのコンタクトホールの中心位置(X<sub>c</sub>, Y<sub>c</sub>)と大きさ(開口径r)を求め（図2(d)参照）、それを検査データベースへ記録する。

【0041】【ステップ9】X=X+ $\delta x$ （検査対象領域内のX方向に隣接した視野）とし、ステップ6以降を繰り返す。

【0042】【ステップ10】X>X<sub>e</sub> (X方向の領域外へ視野が出た)なら、X=X<sub>s</sub>, Y=Y+ $\delta y$ とし、ステップ6以降を繰り返す。

【0043】【ステップ11】Y>Y<sub>e</sub> (Y方向の領域外へ視野が出た)なら、n=n+1とし、ステップ5以降を繰り返す。

【0044】【ステップ12】n>N (チップ内の全領域の処理が終了した)なら、m=m+1とし、ステップ3から繰り返す。

【0045】【ステップ13】m>M (全チップの処理が終了した)なら、処理を終了する。なお、一般的にウェハ上のチップは全て同一パターンが描画される。従って、1チップのコンタクトホールの位置を学習すれば、他のチップのコンタクトホールの位置は、そのデータで代表することができる。その場合は、ステップ13は不

要である。

【0046】このようにして各コンタクトホールの中心位置と大きさは求められ、それらのデータは、図1のシステムではデータメモリー14に記憶される。CADあるいは学習によって得た位置データに基づいて、位置データをColumn別、Row別のチップ毎に、チップ内についてもColumn別、Row別の小領域毎に、小領域内のホール位置についても同様にソートし配列しておく。この様にしておけば、速度の遅いステージの駆動距離をできる限り短くして時間的効率を高めることができるとなる。検査はこの位置データに基づき、順序よく行われる。

【0047】次に従来考えられていた試料の全面を電子ビームで走査する方式（以下従来方式という）と、本発明に基づく電子ビームの飛び飛び偏向方式（以下本発明方式という）との検査時間の比較を行う。

【0048】例えば、従来方式では電子ビームの電流  $I_b$  が  $50 \text{ nA}$ 、サンプリング時間  $T_s = 10 \text{ nS}$  ( $10 \text{ MHz}$ ) でサンプリングしていると仮定する。この時、試料上の1点へ照射される電荷  $q$  は、次の通りとなる。

$$[0049] q = I_b \cdot T_s = 50 \text{ nA} \cdot 10 \text{ nS} = 5.0 \times 10^{-16} [\text{A} \cdot \text{S}]$$

本発明方式で従来方式と同じ電荷を照射するためには、例えば電子ビーム電流を  $I_b = 20 \text{ pA}$  とし、リークがないものとすると、照射時間  $T_s$  ( $I_b = 20 \text{ pA}$ ) は、次の通りとなる。

$$[0050] T_s (I_b = 20 \text{ pA}) = q / I_b = 5.0 \times 10^{-16} [\text{A} \cdot \text{S}] / 20.0 \times 10^{-12} [\text{A}] = 25.0 [\mu\text{s}]$$

また、例えば電子ビーム電流を  $1 \text{ nA}$  にすることができるなら、照射時間  $T_s$  ( $1 \text{ nA}$ ) は、次の通りとなる。

$$[0051] T_s (I_b = 1 \text{ nA}) = q / I_b = 5.0 \times 10^{-16} [\text{A} \cdot \text{S}] / 20.0 \times 10^{-9} [\text{A}] = 0.5 [\mu\text{s}]$$

コンタクトホールからコンタクトホールへの電子ビームの移動時間  $T_h$  (セトリングタイムを含む) を  $500 \text{ nS}$  と仮定すると、1画面中に  $100$  点のコンタクトホールがある場合のコンタクトホールを検査する時間  $T_j$  は、次と通りとなる。

$$[0052] T_j (20 \text{ pA}) = (T_h + T_s (20 \text{ pA})) \times 100 = 25.5 [\mu\text{s}] \times 100 = 2.55 [\text{mS}]$$

$$T_j (1 \text{ nA}) = (T_h + T_s (1 \text{ nA})) \times 100 = 1.0 [\mu\text{s}] \times 100 = 100 [\mu\text{s}]$$

従来方式で、1画面 ( $512 \times 512$ ) ピクセルを検査する時間  $T_k$  は、高速走査時でも1画素  $10 \text{ nS}$  程度であるから、 $T_k = 512 \times 512 \times 10 [\text{nS}] - 2.62 [\text{mS}]$  であるので、本発明方式では、電子ビーム電流が  $20 \text{ pA}$  でも1画面の検査時間は、従来方式に匹敵し、電子ビーム電流が  $1 \text{ nA}$  であれば、従来方式よりコンタクトホールを  $2.5$  倍高速に検査することが可能となる。

【0053】ところで、電子ビームのシフト機能により視野移動が可能であり、しかも位置精度が十分に保てる場合、電子ビームでシフト可能な領域内で視野を移動する場合にはステージを移動する必要がない。

【0054】1画面検査ごとに電子ビームをシフトする時間  $T_b$  を  $1 \mu\text{s}$  とすると、この時間は、1画面を検査する時間  $T_j$  ( $100 [\mu\text{s}]$  または  $2.55 [\text{mS}]$ ) に比較して十分に小さいので無視することができる。

【0055】電子ビームシフトにより移動できる領域を  $1 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$  と仮定し、撮影倍率  $M_a = 8,000$  とすると、 $1 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$  の検査には、 $1,600$  画面 ( $= 1,000^2 / 25^2$ ) の検査が必要となる。したがって、 $1 \text{ mm}^2$  の検査時間は次の通りとなる。

$$[0056] T_u (20 \text{ pA}) = T_j (20 \text{ pA}) \times 1,600 = 2.55 [\text{mS}] \times 1,600 = 4.1 [\text{s}]$$

$$T_u (1 \text{ nA}) = T_j (1 \text{ nA}) \times 1,600 = 100 [\mu\text{s}] \times 1,600 = 0.16 [\text{s}]$$

ステージ移動を行った場合、ステージの停止位置精度がコンタクトホールの直径 ( $0.1 \mu\text{m}$ ) に比較して十分な精度がない場合、基準コンタクトホールを検出し、キャリブレーションを行う必要がある。

【0057】ステージ停止位置精度が  $\pm 1 \mu\text{m}$  と仮定した場合、基準コンタクトホールの探索領域は、パターン幅を含めて約  $3 \mu\text{m}$  角の領域となる。倍率  $M_a$  ( $= 8,000$ ) で観察する場合、視野の一辺は、 $25 \mu\text{m}$  ( $= 20 [\text{cm}] / 8,000$ ) であるので、 $3 \mu\text{m}$  角の領域は  $62 \times 62$  ピクセルである。 $62 \times 62$  ピクセルの領域のみ、1フレームを  $30 \text{ nS}$ 、電子ビーム電流  $I_b = 20 \text{ pA}$  で  $200$  回積算すると仮定すると、走査電子顕微鏡画像の撮影時間  $T_i$  は次の通りとなる。

$$[0058] T_i = (62 \times 62) / (512 \times 512) \times 30 [\text{mS}/\text{フレーム}] \times 200 [\text{フレーム}] = 88 [\text{mS}]$$

電子ビームの電流  $I_b$  を大きくすれば、 $T_i$  の短縮を図ることも可能である。

【0059】撮影した画像に対して、パターン認識によりコンタクトホールを検出する時間  $T_p$  は、 $512 \times 512$  ピクセルの画像で  $10$  秒と仮定すると、次の通りとなる。

$$[0060] T_p = (62 \times 62) / (512 \times 512) \times 10 [\text{s}] = 146 [\text{mS}]$$

検査対象領域が、電子ビームシフトによる移動できる範囲を超える場合、ステージ移動が必要となる。今、ステージの移動最小単位を  $0.05 \mu\text{m}$  とし、平均レート  $100 \text{ KPPS}$  で送れるものとすると、ステージを  $1 \text{ mm}$

送る時間  $T_m$  は、次の通りとなる。

$$[0061] T_m = 1 \text{ mm} / 0.05 [\mu\text{m}] / 100 \\ K = 200 [\text{mS}]$$

電子ビームシフトにより移動できる領域を  $1 \text{ mm} \times 1 \text{ m}$  \*

$$T_c (20 \text{ pA}) = 5 \times (T_m + T_i + T_p + T_u (20 \text{ pA})) \\ = 5 \times (200 + 88 + 147 + 4100) [\text{mS}] \\ = 22.7 [\text{s}] \\ T_c (1 \text{ nA}) = 5 \times (T_m + T_i + T_p + T_u (1 \text{ nA})) \\ = 5 \times (200 + 88 + 147 + 160) [\text{mS}] \\ = 2.98 [\text{s}]$$

8インチウエハの面積は、約  $314 \text{ cm}^2$  である。その 90% の領域にチップが配置されるとすると、約 282 個のチップが実装される。チップ間移動時間  $T_v$  は、1※

$$T_w (20 \text{ pA}) = (T_c (20 \text{ pA}) + T_v) \times 282 \\ = (22.7 + 1) \times 282 \\ = 6,683 [\text{s}] = 112 [\text{min}] \\ T_w (1 \text{ nA}) = (T_c (1 \text{ nA}) + T_v) \times 282 \\ = (2.98 + 1) \times 282 \\ = 1,122 [\text{s}] = 18.7 [\text{min}]$$

なお、従来の方法では、 $50 \text{ nA}$  程度の電子ビーム電流を用いて、 $1 \text{ cm}^2$  を検査するのに 7 分程度かかる。コンタクトホールのある領域を 5 カ所に制限しても、 $7 [\text{min}] \times 1 [\text{mm}^2] \times 5 \times 282 / 100 [\text{mm}^2] = 98.7 [\text{min}]$  である。

【0064】このように本発明による方法では、ウエハ上のチップ全てを検査する時間  $T_w$  は、電子ビームの電流が  $20 \text{ pA}$  であっても従来方法と同等となる。また、電子ビームの電流を  $1 \text{ nA}$  にすれば、本発明の方法は、従来方法に比べて 5 倍、電流が  $50 \text{ nA}$  であれば、250 倍高速に検査を行うことができる。

【0065】以上本発明の一実施形態を説明したが、本発明はこの実施の形態に限定されない。例えば、電子ビームでコタントホールを検査する例を説明したが、イオンビームをコタントホール部分に照射するようにしても良い。また、2次電子を検出するようにしたが、反射電子、X線、吸収電流等を検出するようにしても良い。

### 【0066】

【発明の効果】以上説明したように、第1の発明では、荷電粒子ビームをホール部分に飛び飛びに偏向し、各ホール部分のみに荷電粒子ビームを照射するようにしたので、多数のコタントホールの検査時間を短縮することができる。

【0067】第2の発明では、請求項1の発明において各ホールの中に荷電粒子ビームを所定時間照射位置を固定して照射するようにしたので、多数のコタントホールの検査時間を短縮することができる。

【0068】第3の発明では、請求項1の発明において、各ホール部分で荷電粒子ビームを走査するようにしたので、多数のコタントホールの検査時間を短縮する

\*  $m$  と仮定し、チップ当たり 5 か所を検査する場合、1チップの検査時間  $T_c$  は次の通りとなる。

### 【0062】

※ 秒程度とすると、ウエハ上の 282 個のチップ全てを検査する時間  $T_w$  は次の通りとなる。

### 【0063】

ことができる。

【0069】第4および第5の発明では、請求項1の発明において、試料にホールを形成する際に用意された各ホールの位置データに基づき、荷電粒子ビームをホール部分に飛び飛びに偏向するようにしたので、多数のコタントホールの検査時間を短縮することができる。

【0070】第6の発明では、請求項1の発明において、何らかの理由で位置データが用意できない場合でも、試料上の各ホールの位置データを測定し、これに基づき、荷電粒子ビームをホール部分に飛び飛びに偏向するようにしたので、多数のコタントホールの検査時間を短縮することができる。

【0071】第7の発明では、請求項1の発明において、何らかの理由で用意した位置データと実試料の位置との間で歪がある場合でも、試料上の若干のホールを測定し、これを基に歪の補正を施し、この位置データに基づき、荷電粒子ビームをホール部分に飛び飛びに偏向するようにしたので、多数のコタントホールの検査時間を短縮することができる。

【0072】第8の発明では、多数のホールが形成された領域が繰り返し多数配列された試料の場合であれば、試料の特定の領域において荷電粒子ビームを走査し、この走査に基づいて得られた信号に基づき、その特定の領域に含まれるホールの位置を測定し、この得られた位置データに基づいて他の領域においても、荷電粒子ビームをホール部分に飛び飛びに偏向するようにしたので、多数のコタントホールの検査時間を短縮することができる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の検査方法を実施するための走査電子顕微鏡システムの一例を示す図である。

【図2】検査対象のウェハ試料、チップ、コンタクトホールの様子を示す図である。

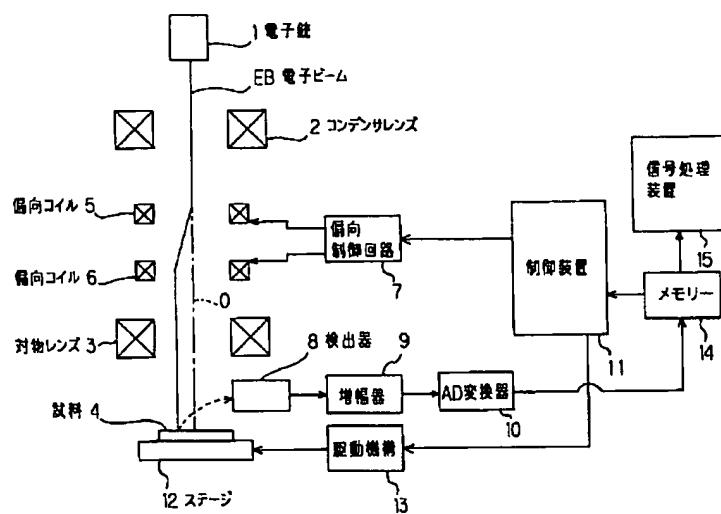
【符号の説明】

- 1 電子銃
- 2 コンデンサレンズ
- 3 対物レンズ
- 4 ウエハ試料
- 5, 6 偏向コイル
- 7 偏向制御回路

- \* 8 2次電子検出器
- 9 増幅器
- 10 A D変換器
- 11 制御装置
- 12 ステージ
- 13 ステージ駆動機構
- 14 データメモリー
- 15 信号処理装置

\*

【図1】



【図2】

